

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-41242

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|----------------|---------|
| H 0 1 L 21/265 | | | H 0 1 L 21/265 | Q |
| C 2 3 C 14/48 | | | C 2 3 C 14/48 | A |
| | | 9277-4M | H 0 1 L 21/265 | 6 0 2 C |
| | | 9277-4M | | 6 0 2 A |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

| | | | |
|--------------|------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平9-92330 | (71) 出願人 | 590000514 コミツサリア タ レネルジー アトミー ク フランス国パリ, リユ ドウ ラ フェデ ラシオン, 31-33 |
| (22) 出願日 | 平成9年(1997) 4月10日 | (72) 発明者 | ベルナール アスバル フランス国リブ, ロット ル アモー デ エイエ 110 |
| (31) 優先権主張番号 | 9 6 0 4 5 1 7 | (72) 発明者 | ベアトリース ピアッセ フランス国ユリアージュ, レジダンス ロ レー ドュ バルク - パチマン ベー |
| (32) 優先日 | 1996年4月11日 | (74) 代理人 | 弁理士 浅村 皓 (外3名) |
| (33) 優先権主張国 | フランス (F R) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 特に電子構成品を含む半導体材料薄膜の製法

(57) 【要約】

【課題】 トランジスタのような電子構成品を有する薄膜を、その薄膜と残りの半導体ウエーハとの間で断裂を起こすことができるマイクロバブル連続領域をイオン注入により形成することにより、従来の方法より容易に製造する方法。

【解決手段】 エlementを含む基体の面に、イオンを注入して基体内に気体マイクロバブル連続領域で、基体の前記面の側にElementを含む小さな厚さの領域と、残りの基体によって形成された大きな厚さの領域とを区切る連続的マイクロバブル領域を形成し、基体を、注入したイオンによって発生したガスが拡散によって半導体から逃げることができる温度よりも低い、基体内の結晶再配列効果及びマイクロバブル圧力効果により、気体マイクロバブル連続領域の両側に位置する二つの領域を分離するのに十分な温度で基体を熱処理することからなる、Elementを有する薄膜の製法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体材料からなる基体から、その半導体材料とは異なった材料の少なくとも一つのエレメントを含む薄膜を、該基体の一方の面上に形成し、前記薄膜に異種の構造体を与える方法において、

前記エレメントを含む前記基体の面に、前記基体の体積内に気体マイクロバブルを生ずることができるイオンを衝突させることにより注入し、然も、その注入を、生成エレメントに関して、前記基体の前記面の側に前記エレメントを含む小さな厚さの領域と、残りの基体によって形成されたかなり大きな厚さの領域とを区切る連続的のマイクロバブル領域が得られるようなやり方でを行い、前記イオンは希ガス及び水素ガスのイオンの中から選択し、基体の温度を、注入したイオンによって発生したガスが拡散によって半導体から逃げるのできる温度よりも低く保ち、

次に前記基体内の結晶再配列効果及びマイクロバブル圧力効果により、気体マイクロバブルの領域の両側に位置する二つの領域の分離を生ずるのに充分な温度で前記基体を熱処理し、然も、前記小さな厚さの領域が前記薄膜を構成する、該工程を含む、異種構造体を有する薄膜の製法。

【請求項2】 イオン注入工程中、続く注入を行い、各注入のためのイオンエネルギーを、前記連続的のマイクロバブル領域が得られるように選択する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 注入工程中にエレメント内に生じた欠陥を修正するための熱処理工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】 エレメント中に生じた欠陥を修正するための熱処理を、基体の前記領域を分離するための熱処理工程前に行い、この熱的修正処理をエレメントを含む基体領域に極限する、請求項3に記載の方法。

【請求項5】 熱的修正処理を、レーザービームを用いて行う、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 エレメント内に生じた欠陥の熱的修正処理を、基体の前記領域を分離するための熱処理工程前に行い、然も、この熱的修正処理が、前記欠陥の修正を達成するのに充分であるが、二つの領域の分離を行わせるのに必要な温度よりは低い温度に基体を持って行くことからなる、請求項3に記載の方法。

【請求項7】 前記エレメント内に生じた欠陥の熱的修正処理を、基体の前記領域を分離するための熱処理工程後に行う、請求項3に記載の方法。

【請求項8】 エレメント内に生じた欠陥の熱的修正処理及び基体の前記領域を分離するための熱処理工程と一緒にして同じ熱処理操作で行う、請求項3に記載の方法。

【請求項9】 エレメントが電子構成品又は電気伝導体の一部又は全てである、請求項1に記載の方法。

【請求項10】 基体の前記領域を分離するための熱処理工程前に、エレメントを含む基体の面を支持体とよく接触させる工程を与える、請求項1に記載の方法。

【請求項11】 支持体が少なくとも一つの電子構成品及び（又は）少なくとも一つの電気伝導体の一部又は全てを含む、請求項10に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に電子構成品を含む半導体材料の薄膜を得る方法に関する。その薄膜は、小さな厚さの基体の一部、例えば1～数個の電子構成品が形成された部分を、比較的大きな厚さを有する残りの基体から分離することによって得られる。考慮される用途により、本発明は、薄膜をその最初の基体から別の基体又は支持体へ移すこともできる。

【0002】

【従来の技術】マイクロエレクトロニクスでは、絶縁性支持体上に支持された、又は電気絶縁性層により支持体から分離された薄膜半導体中に電子構成品を形成することが屢々求められている。シリコン・オン・インシュレーター(Silicon On Insulator)構造体と呼ばれている構造体を得ることができ、それから電子構成品を構成することができる。これらの構造体を得るために、次の方法を用いることができる。

【0003】— 結晶成長により薄膜中に珪素の結晶を、珪素の格子定数に近い格子定数を有する別の材料、例えば、サファイア(Al_2O_3)又はフッ化カルシウム(CaF_2)基体の単結晶基体上に成長させるヘテロエピタキシ(heteroepitaxy)法；

【0004】— 珪素の体積中に二酸化珪素の層を、基体本体から単結晶珪素の薄膜を分離する酸化珪素の層を生成させるため、珪素基体中に多量の酸素をイオン注入する「SIMOX」(現在文献中に用いられている名前)と呼ばれている方法；

【0005】— 機械的及び化学的に組合せた摩耗、又は化学的摩耗により、ウエーハを薄くする原理を用いた別の方法。

【0006】薄膜半導体を形成するこれら種々の方法は、製造技術に関連した欠点を持つ。

【0007】ヘテロエピタキシ法は、基体の性質によって制約を受ける。基体の格子定数が半導体の格子定数と厳密には正確に合わないので、薄膜は多くの結晶欠陥を有する。更に、これらの基体は高価で脆く、限定された大きさでしか存在できない。

【0008】SIMOX法は、非常に多量にイオン注入を行う必要があり、それは非常に重装備の複雑な注入機械を必要とする。これらの機械の生産性は低く、それをかなりの程度まで増大しようとするのは困難である。

【0009】薄く削る方法は、均一性及び品質の観点から、必要な厚さに到達したら直ちにウエーハを薄く削る

のを停止し、それによって厚さの均一性を保証できるようにエッチングを停止させる崩壊障壁の原理を用いた場合にのみ競合することができる。残念ながらこの崩壊障壁の形成はその方法を複雑にし、或る場合にはそのフィルムの使用が限定される。

【0010】これらの欠点を修正すべく、文献FR-A-2, 681, 472では、薄膜半導体を製造し、それを支持体に確実に付着させる方法で、平らな面を有する希望の半導体材料のウエーハを次の工程にかけることからなる方法が示唆されている。

【0011】-- 前記材料の平らな面に、ウエーハの体積内のイオンの浸透深さに近い深さに、気体マイクロバブルの層を生ずることができるイオンを衝突させてウエーハを基体の本体を構成する下方領域と、薄膜を構成する上方領域に分離し、前記イオンを希ガス又は水素ガスのイオンの中から選択し、ウエーハの温度を、注入したイオンによって生じたガスが拡散によって半導体から逃げることができる温度よりも低く維持する第一注入工程；

【0012】-- ウエーハの前記平らな面を、少なくとも一つの固い材料層から構成された支持体とよく接触させ、然も、この緊密な接触を、例えば、接着剤を用いて行うか、又は表面の予備調製、出来れば支持体とウエーハとの間の原子間結合を促進するための熱的及び（又は）静電的処理の効果による分子接着を用いて行うことができる、第二工程；

【0013】-- ウエーハ支持体組立体を、注入を行なった温度より高い温度で、ウエーハ中の結晶再配列効果及びマイクロバブルの圧力により、薄膜と基体本体との間に分離を生じさせるのに十分な温度で熱処理する第三工程。

【0014】この文献中、実験中に観察された異なった現象について次の説明が与えられている。第一に、第一イオン注入工程を、半導体材料のウエーハの平らな面をイオンビームの方へ向けて行い、半導体材料が完全に単結晶の場合にはこの平らな面の平面を結晶学的主面にほぼ平行にするか、又はその材料が多結晶である場合には結晶学的主面に対して多かれ少なかれ傾斜させて、全ての粒子に対して同じ指数になるようにする。

【0015】この注入は、熱処理が終わった時に断裂帯として終わる気体マイクロバブル層を生ずることができる。ウエーハの体積内にイオンの平均浸透深さに近い深さの所にこのようにして形成されたこのマイクロバブル層は、ウエーハの体積内にこの層によって分離された二つの領域、即ち一つの領域は薄膜を構成するためのもので、他方の領域は基体の残りを形成する二つの領域を区切る。「気体マイクロバブル」という用語により、材料中に水素ガス又は希ガスのイオンを注入することにより発生したどのような空洞又は微小空洞をも意味するものとする。空洞は非常に平らな形をしていてもよく、即

ち、数原子間隔程度の小さな高さのものでもよく、或は大略半球状、又は二つの前の形とは異なった他の形をしていてもよい。これらの空洞はガス相を含んでいてもいなくてもよい。第三工程中、熱処理は、例えば微小空洞成長効果及び（又は）マイクロバブルの圧力効果によるような、半導体材料内の結晶再配列効果により断裂帯及び二つの領域の分離を生じさせるのに十分な温度で行う。

【0016】注入条件に従って、例えば、水素のようなガスを注入した後、透過電子顕微鏡によって空洞又はマイクロバブルを観測できるか又はできない。珪素の場合、微小空洞を得ることができ、その大きさは数nm～数百nmの範囲にある。従って、特に注入温度が低いと、これらの空洞は熱処理段階中でだけ観察することができ、その段階中にこれら空洞の核生成が行われ、熱処理が終わった時、薄膜と残りの基体との間に断裂が起きるようになる。

【0017】更に、この方法は、結晶でも結晶でなくても全ての種類の固体材料に適用することができると思われる。この方法は誘電体材料、導電体、半絶縁体の外、無定形半導体に適用することができる。

【0018】マイクロバブル即ち微小空洞を含む層は、それらマイクロバブル即ち微小空洞の間の相互作用が全ウエーハに互って起き、断裂をもたらすのに十分な密度でそれらマイクロバブル即ち微小空洞が存在すると言う意味で連続的層になっている。もし注入を局部的に遮蔽しても、例えば、1 μ 又は1 μ より小さな程度の粒子によって意図的又は非意図的やり方で遮蔽しても、それから生じた不連続性は断裂の伝播を妨げない。

【0019】これらの方法の全ての目的は、支持体の上に薄膜半導体を形成し、後でその中に慣用的方法により電子構成部品を構成することにある。文献FR-A-2, 681, 472に記載された方法は、従来の方法で起きる固有の問題に対する解決策を与えることができる。しかし、電子構成部品が構成された薄膜半導体で被覆された支持体からなる装置を得るためには、マイクロエレクトロニクスの分野からの工程（イオン注入工程）が含まれ、次に機械的分野からの工程（接触工程）、及び熱的分野からの工程（熱処理工程）を行なってマイクロエレクトロニクス分野に関連した工程（電子構成部品の形成）へ戻ることになる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明の発明者はマイクロエレクトロニクスの分野から生ずる或る工程を連続的やり方で一緒にまとめ、即ち電子構成部品の全て又は一部を構成するまでまとめ、エレメント、例えば電子構成部品の出発材料を構成する基体の使用を可能にするか、又は製造を最適にし、次にその上に薄膜を定めるようにすることを考えた。この結果を達成するためには、半導体層中に電子構成部品を形成することが異種媒体の形成を起

こすこと、即ち、種々の材料（半導体、電気接点のための金属、絶縁体等）から作られたものを生ずると言う事から起きる次の問題を解決する必要がある。即ち、注入されたイオンは、それらイオンを受けた表面に対して異なった深さで分布する。例として400keVのエネルギーの水素イオンを珪素中に注入すると、それらイオンに向けた表面から約4 μ mの距離の所に位置するマイクロバブルの形成をもたらす。この距離は、600nmの厚さのタンダステン層を表面に有する珪素での同じ注入では3 μ mになる〔J. ジーグラ（Ziegler）その他

による「固体中のイオンの停止及び範囲」(The stopping and Range of Ions in Solids)、Pergamon、ニューヨーク、1985年、参照〕。従って、処理された表面がイオンの経路上で異なった材料を有する場合、マイクロバブル（即ち微小空洞）はバブル間の相互作用がウエーハの表面の全てに互って起きる程充分狭い層内に全てが位置している訳ではない。その場合、残りの半導体ウエーハからの薄膜の分離は満足できるやり方で起こすことはできない。

【0021】異なったドーピングを含む電氣的に活性な層及び絶縁材料を通るイオン注入は、部品の特性を変えたり、又はそれらを利用できなくする欠陥を生ずることがあると言う事による別の問題が生じている。

【0022】本発明は、これらの問題の解決法を与えることができる。イオンが通過する材料の性質に関連してイオン注入を、薄膜と残りの半導体ウエーハとの間に満足できる開裂（即ち断裂）を可能にするマイクロバブル連続領域が得られるようなやり方で行うことが提案されている。有利な方法として、異なったエネルギーでの幾つかの注入を行うことができる。その時注入数を、注入に関して異なった挙動を示す材料の数によって定める。異なったエネルギーでの注入は、イオンを受ける表面に対して一定の深さに位置するマイクロバブル連続領域を生じさせることができる。例として、水素イオンを珪素中に注入する場合、バブル間の相互作用が後の熱処理中に行われ、マイクロバブルを含む領域の両側に位置する領域をウエーハ全体に互って連続的なやり方で分離する結果を与えることが出来るようにするためには、200nmより小さい厚さの領域内にマイクロバブルを局在させなければならない。

【0023】本発明は、電氣的に活性な層を通るイオンの通過により生ずる欠陥の発生に起因して生ずることがある第二の問題に対する解決法も与える。

【0024】そのような欠陥は熱処理の適用によって修正することができることが知られている。これは文献、A. ガット(Gat) その他による「レーザー・アニールしたイオン注入珪素の物理的及び電氣的性質」(Physical and Electrical Properties of Laser-annealed Ion-implanted Silicor)、The journal Appl. Phys. Lett. 32

(5), 1st March (1978)、及びA. C. グリーンワルド

(Greenwald) その他による「イオン注入損傷のパルス電子ビームアニーリング」(Pulsed Electron Beam Annealing of Ion-implantation Damage)、The journal Appl. Phys. 50 (2), February (1979)、の主題である。注入工程中に電子構成品に生じた欠陥を、分離工程前に特定の熱処理によって修正したいならば、この熱処理はマイクロバブルを含む領域に悪影響を与えてはならない。なぜなら、この領域の両側に位置する二つの領域の分離を起こすからである。これとは反対に、このアニーリングは発生した欠陥を修正するために電子構成品を含む領域の全てを加熱しなければならない。従って、本発明によりイオン注入工程直後に損傷を受けた領域を加熱して欠陥を除去するが、微小空洞を含む領域を加熱しないようにする一時的アニーリングを提案する。

【0025】注入工程により発生した欠陥を修正すべく、全熱処理を行なってもよい。この処理を分離工程前に行う場合、それは適切な温度であるが前記分離を起こすのに必要な温度よりも低い温度で、出来れば薄膜のための支持体と共に、全構造体に対して行わなければならない。この熱処理は、分離工程後に薄膜全体に対して、出来ればその支持体と共に行うことができ、これらの条件下では用いる温度は特に定める必要はない。最後に、この熱処理は、温度条件及び時間を適合させることにより、薄膜を残りの基体から分離するのに必要な熱処理と一緒にしてもよい。異なった可能な熱処理の選択は、用いる材料及び構成品に依存する。

【0026】

【課題を解決するための手段】従って、本発明の目的は、半導体材料の基体から、該基体の一つの表面上に形成された、前記半導体材料とは異なった材料中の少なくとも一つのエレメントを含む薄膜を得、該薄膜に異種構造体を与える方法において、

一 前記エレメントを含む前記基体の面に、前記基体の体積内に気体マイクロバブルを生ずることができるイオンを衝突させることにより注入し、然も、その注入を、生成エレメントに関して、前記基体の前記面の側に前記エレメントを含む小さな厚さの領域と、残りの基体によって形成されたかなり大きな厚さの領域とを区切る連続的マイクロバブル領域が得られるようなやり方で、前記イオンは希ガス及び水素ガスのイオンの中から選択し、基体の温度を、注入したイオンによって発生したガスが拡散によって半導体から逃げる温度よりも低く保ち、

一 次に前記基体内の結晶再配列効果及びマイクロバブル圧力効果により、気体マイクロバブルの領域の両側に位置する二つの領域の分離を生ずるのに充分な温度で前記基体を熱処理し、然も、前記小さな厚さの領域が前記薄膜を構成する、諸工程を含むことを特徴とする異種構造体を有する薄膜の製法にある。

【0027】半導体材料から作られた基体では、少なく

ともその上部が薄膜の形成を可能にする部分が半導体である基体であると解釈する。イオン注入は、それら注入されたイオンに関して異なった停止力を有する基体中に存在する材料の数に従って一つ又は幾つかの続く注入で行うことができる。従って、基体として同じ停止力を有するエレメントについては、一工程の注入で充分であるが、さもなければマイクロバブルの前記連続領域が得られるように各注入に対してイオンのエネルギーを選択して続いて注入を行う。

【0028】この方法は、更に注入工程中に前記エレメント内に生じた欠陥を修正することを目的とした熱処理段階を更に含んでいてもよい。

【0029】この場合、前記エレメント内に生じた欠陥を修正するための熱処理工程を、前記領域を基体から分離することを目的とした熱処理工程前に行うならば、この修正熱処理は前記エレメントを含む基体領域に極限することができる。この熱的修正処理はレーザービームによって行うことができる。

【0030】前記エレメントは電子構成品又は電気伝導体の全て又は一部でもよい。

【0031】別の態様に従い、前記領域を基体から分離することを目的とした熱処理工程前に、前記エレメントを含む基体の前記表面が支持体とよく接触するようにさせる工程を与える。このように接触させるのにはどのような既知の手段によって行なってもよく、例えば、分子接着、又は接着剤を使用することにより行なってもよい。この支持体は少なくとも一つの電子構成品及び(又は)少なくとも一つの電気伝導体の全て又は一部を含んでいてもよい。

【0032】本発明は、図面を伴う単なる例示のためにのみ与える次の記載を読むことにより一層よく理解され、他の詳細な点及び特徴が明らかになるであろうが、本発明は、それらに限定されるものではない。

【0033】

【発明の実施の形態】次の適用例では、3種類の材料、即ち、活性領域のための単結晶珪素、誘電体としての酸化珪素、及び接点を与えるためのタングステンから構成された電子構成品が薄膜に取付けてある。しかし、本発明は、電子構成品の場合に限定されるものではない。性質として半導体材料中のイオンの注入深さを変更し易い他のエレメント、例えば、回路又は構成品間の電気的接続に用いられる金属帯を含む薄膜を製造することにも適用することができる。

【0034】第1図は、単結晶珪素から作られた半導体基体1を示し、その面2上には電子構成品(トランジスタ3)が形成されている。トランジスタ3は当業者に知られている方法に従って、製造されている。適用なやり方でドーピングした壁4があり、そこにはソース5及びドレイン6がドーピングにより形成されている。単結晶珪素から作られたゲート7a及びゲート酸化物7bが基体の

面2上に、ソース5とドレイン6との間に形成されている。次に酸化珪素の層8が付着されており、ソース及びドレインのためのタングステン接点9及び10が夫々酸化物層8を通して形成されている。最後に酸化珪素から作られた不動態化層11がこのようにして作られた部品3の上に付着されている。

【0035】得られる半導体ウエーハの表面の状態に従い、上面12の機械的研磨を行なって、後の工程で固い支持体の面にこの面を接触させた時に適合する粗さが得られるようにする必要がある。実際電子構成品の表面の状態は数百nmのオーダーであるのに対し、例えば、分子付着により固い支持体に接着することができる表面粗さはrms粗さで約0.5nmより小さくしなければならない。この問題に関し、T. アベ(ABE) その他による1990年電気化学学会ウエーハ結合シンポジウム61を参照することができる。

【0036】矢印で示す様に、面12、即ち基体1の面2へ向けたイオンビームによりウエーハを衝突させることを含む第一イオン注入工程を次に行う。充分注入することができるイオンは、文献FR-A-2, 681, 472に特定化されている。

【0037】図2は、この第一イオン注入工程を例示している。400keVのエネルギーの水素イオンを用いることにより、二つの異なった注入深さが得られる。珪素又は酸化珪素を通過した注入水素だけがウエーハの面12に関して4μmの所に微小空洞21を形成する。一方同じエネルギーでタングステン層(平均厚さ0.6μm)を含む領域を通過した注入水素は、面12に対して3μmの深さの所に微小空洞を形成する。

【0038】次に図3に例示したように、第二イオン注入工程へ進む必要がある。470keVのエネルギーの水素イオンの注入により、微小空洞21、22の第一プロファイルの深さよりも大きな深さの所に微小空洞23、24の第二のプロファイルを得ることができる。注入エネルギーは、微小空洞21及び24の配列が得られるように選択されている。従って、微小空洞即ち気体マイクロバブルの連続領域が得られ、それは薄膜を構成する上方領域と、残りの基体を形成する下方領域とを区切ることができる。

【0039】注入工程の数は、注入に関して異なった挙動をとる材料の数の関数である。異なった挙動とは、イオンがこれらの材料中で同じ平均浸透深さを持たないことであると理解されたい。

【0040】最終注入工程が終わったら、次に例えば、電子構成品を含む領域を加熱するだけの一時的アニーリングへ進む。この工程は構成品がイオン注入により乱されている場合に必要になるだけである。例として、このアニーリングは0.2~1J/cm²のエネルギーを与える0.4μmより短い波長のレーザービームを150ns時間、面12へ当てることにより行うことができ

る。これらの条件下で、数 μ 秒で800～900℃の程度の温度に到達することができる。これらの温度は欠陥の修正に適合する。このレーザー型アニーリングは、唯1回ウエーハの全表面に亘って行うか、又は領域毎に数回の処理で行うことができる。

【0041】図4は、ウエーハを固い支持体30とよく接触させる工程を例示している。この固い支持体は、重厚な基体（例えば、ガラスから作られたもの）であるか、又は電子構成品及び（又は）電気伝導体を含む基体にすることができる。この固い支持体の存在により、文

献FR-A-2, 681, 472に記載のように、基体1の上方領域と下方領域との間の分離の機構を遂行させることができる。しかし、半導体材料の薄膜の厚さが満足できる固さを有するのに十分な大きさを持つ場合には、固い支持体が存在する必要はなく、ウエーハの面12を研磨することはもはや必要でない。

【0042】次に均一なやり方でウエーハ及び固い支持

体から作られた組立体を、イオン衝突が行われた温度よりも高く、結晶再配列効果及びマイクロバブルの圧力によ

りて、半導体基体の断面図である。

【図2】第一イオン注入工程中の第1図の基体を例示する図である。

【図3】第二イオン注入工程中の同じ基体を例示する図である。

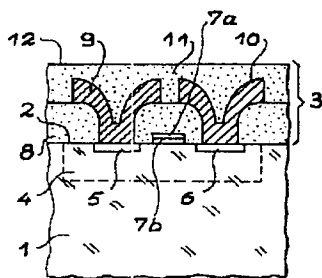
【図4】二つのイオン注入工程にかけた基体を固い支持体とよく接触させることを示す図である。

【図5】薄膜を残りの基体から分離することを目的とした熱処理工程から得られた、固い支持体に強固に結合された薄膜を示す図である。

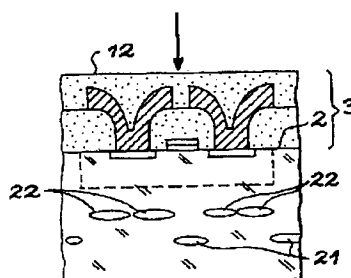
【符号の説明】

- 1 半導体基体
- 2 面
- 3 電子構成品トランジスタ
- 4 壁
- 5 ソース
- 6 ドレイン
- 7 a 多結晶珪素ゲート
- 7 b 酸化珪素ゲート
- 8 二酸化珪素層
- 9 タングステン接点
- 10 タングステン接点
- 12 上方面
- 21 微小空洞
- 22 微小空洞
- 23 微小空洞
- 31 薄膜

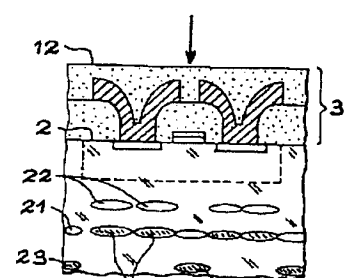
【図1】



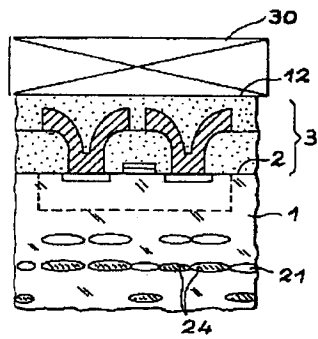
【図2】



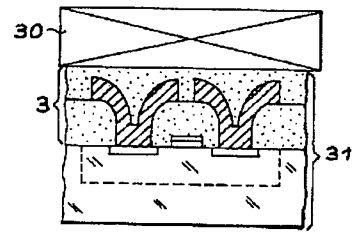
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ミシェル ブリュエル
 フランス国ブレイ, プレスパール ニュメ
 ロ 9